

Vigilancia tecnológica: un aprendizaje adaptativo a través del pensamiento divergente

Technological surveillance: an adaptive learning through divergent thinking

P. Barreiro¹, B. Diezma¹, A. Moya-González¹, C. Sancho-Guinda², V. Mendes Fuentes³
pilar.barreiro@upm.es, belen.diezma@upm.es, adolfo.moya@upm.es, carmen.sguinda@upm.es, valeriano.mendez@upm.es

¹Departamento Ingeniería Agroforestal
Universidad Politécnica de Madrid
Madrid, España

²Departamento Lingüística Aplicada
Universidad Politécnica de Madrid
Madrid, España

³Departamento Matemática Aplicada
Universidad Politécnica de Madrid
Madrid, España

Resumen- EL estudio de la evolución tecnológica a partir de logros concretos de la humanidad es una forma de aproximación a la enseñanza de la ingeniería. Comprender que las tecnologías existentes son el resultado de un depurado proceso de creación/selección no es trivial. Por ello combinar un conocimiento deductivo profundo con un pensamiento divergente que favorezca la obtención de soluciones viables y creativas es fundamental en el contexto de incertidumbre económica actual. En este ensayo se comparan siete técnicas de enseñanza que pretenden favorecer el PD en una estrategia adaptativa para alumnos con distintos estilos cognitivos (AA) sobre la base de un proceso de vigilancia tecnológica (VT) aplicada a algunos objetos cotidianos y otros muy especializados.

Palabras clave: Evolución tecnológica, ingeniería, CLIL

Abstract- The study of technological evolution from specific human achievements is an alternative way of approaching engineering education. Understanding that the existing technologies are the result of a refined creation/selection process is not trivial. On the contrary, combining a deep deductive knowledge with divergent thinking fosters feasible creative solutions, which becomes essential in the current context of economic uncertainty. In this paper seven teaching techniques aim to encourage divergent thinking under an adaptive strategy for students with varied cognitive styles (AA), based on a process of technological surveillance regarding everyday objects as well as highly specialized devices and machines

Keywords: Technology Evolution, Engineering Education, CLIL

1. INTRODUCCIÓN

En este artículo partimos de tres conceptos fundamentales: la *Vigilancia Tecnológica*, el *Aprendizaje Adaptativo* y el *Pensamiento Divergente*.

La **Vigilancia Tecnológica (VT)** es una actividad definida con precisión por diversos autores recopilados por Reverol y colaboradores en 2014. Así la VT puede resumirse como un **esfuerzo sistemático y organizado (por la empresa) de observación, captación, análisis, difusión precisa y recuperación de información sobre los hechos del entorno económico, tecnológico, social o comercial, relevantes (para la misma), por poder implicar una oportunidad o amenaza (para ésta), con objeto de poder tomar decisiones con menor riesgo y**

anticiparse así a los cambios. Si bien la VT se suele aplicar en el ámbito empresarial (donde surgió), aunque hay algunas instituciones educativas de educación superior que también han hecho uso de ella para evaluar la competencia y presión de instituciones relacionadas (Coy y Pulido, 2014), o para identificar grupos de investigación sobresalientes alineados con sus intereses (Delgado-Fernández y colaboradores, 2011). En cambio no hemos encontrado ningún estudio en el que la VT se convierta en objeto de estudio en sí misma como procedimiento alternativo de enseñanza.

El segundo concepto en este estudio es el de **Aprendizaje Adaptativo (AA)**. En él, **las fuentes de aprendizaje son individualizadas para cada alumno**, con dos enfoques posibles: **sistemas adaptativos basados en la web, y sistemas adaptativos basados en el apoyo a la navegación** (Yang y colaboradores, 2013). Los sistemas adaptativos se basan en la capacidad de identificar patrones individuales en los alumnos, en términos de: conocimientos de partida, estilos de aprendizaje, o estilos cognitivos, siendo el nivel de conocimientos combinado con el nivel de dificultad de la actividad los aspectos más empleados. Sin embargo, hay aspectos personales, como el modo en que el individuo percibe y procesa la información, que afectan significativamente al resultado.

De acuerdo con Yang y colaboradores (2013), el **estilo de aprendizaje** (activo, reflexivo, sensitivo, intuitivo, visual, textual, secuencial o global) está relacionado con el contexto y el contenido, mientras que el **estilo cognitivo** se relaciona con el modo de buscar y procesar información. En el contexto de la Educación Superior, y en especial en los estudios de Ingeniería, cada vez existe una mayor diversidad cultural, lingüística y de bagaje técnico entre los alumnos, debido fundamentalmente a la creciente frecuencia de los intercambios internacionales de estudiantes: en 2004, 2,4 millones de alumnos estudiaron fuera de sus países de origen, el triple que en 1980, y un informe sobre movilidad estudiantil (Global Student Mobility 2025 Report) predice que unos 7,2 millones - más aspirarán a una educación internacional en 2025. Por ello, el AA se convierte en un aliado potencial para conseguir buenos resultados académicos para todos sin entorpecer el ritmo de los más aventajados.

El tercer eje de esta comunicación, el **Pensamiento Divergente (PD)**, es un **proceso en el cual surgen diferentes ideas a partir de un mismo estímulo, con la posibilidad de alcanzar diversas conclusiones válidas**. De acuerdo con Ni y colaboradores (2014), si el PD es útil propicia diversos tipos de actividades que fomentan este tipo de pensamiento, tales como la creación de listas de preguntas, la meditación, el empleo de -*brainstorming*, el mapeado de materias, ser editor de una publicación, ó practicar la escritura libre. También existen personalidades más proclives al pensamiento divergente, como el carácter inconformista, curioso, con afición al riesgo y gran persistencia. Más recientemente, la W3 se ha encargado de proveer suficiente información que apoye ideas innovadoras mediante el método divergente, por ejemplo con motores de búsqueda y arañas de red, la minería de datos o los sistemas de gestión del conocimiento.

Ni y colaboradores (2014), indican asimismo que existen cinco dimensiones del pensamiento y ocho procesos involucrados en el pensamiento creativo. Algunas de las dimensiones son la metacognición, el pensamiento crítico y creativo, la formación de conceptos, la resolución de problemas y la realización de tareas de investigación. Por otra parte, **los procesos fundamentales involucrados en el pensamiento creativo incluyen en la definición del problema, la recogida de información, la combinación de conceptos, la generación de ideas y su evaluación, la implementación de un plan y la supervisión de la solución**. Encontramos ejercicios universitarios adaptados a este enfoque, como por ejemplo el AGROTECH, desarrollado por nuestro grupo durante varias ediciones, como se comentará posteriormente.

Este estudio va por tanto -más allá del estado actual de la VT en la medida en que la propone como método alternativo de enseñanza y como base para entender la cotidianidad del cambio tecnológico, en ocasiones disruptivo (teoría del cisne negro). Combinamos la VT con el AA para dotar a distintos grupos de alumnos de recorridos formativos distintos según su perfil de acceso y capacidad de aprendizaje, y escogemos el PD como paradigma para que los alumnos se familiaricen con la evolución espacio-temporal del conocimiento y la innovación.

2. CONTEXTO

La ingeniería Agroforestal es un ámbito muy dinámico en el que en los últimos años la innovación en maquinaria y procesos ha sido exponencial. Resulta fundamental revisar de año en año los nuevos dispositivos y evaluar sus perspectivas de evolución en un ejercicio de VT.

El centro de investigación de negocios de Harvard (HBR) publicó el pasado año un interesante estudio en el que sitúa precisamente la mecanización agraria mediante máquinas inteligentes (basadas en un tractor agrícola de conectividad universal) en el centro del futuro desarrollo en red del mercado internacional de producción y comercialización de alimentos (Porter y Hepelmann, 2014).

Con un nivel de colaboración público-privado cada vez más intenso, transmitir la importancia de cotejar el paralelismo entre artículos científicos, patentes, y dispositivos finalmente comercializados es crucial, pero este proceso de confrontación no siempre resulta sencillo e implica una notable pericia en el

manejo de fuentes bibliográficas y de información (Barreiro y Sancho-Guinda, 2015).

Las patentes son documentos de licencia oficiales que reflejan tanto aspectos tecnológicos como legales, ambos relativos a la protección de la propiedad, y junto con el contexto de la invención contienen los huecos u oportunidades de mercado. En España, el uso que hacen las empresas de las patentes (principalmente el acceso a subvenciones) es diferente al de otros países europeos, para los que supone un vehículo de atracción de inversores privados (Martínez y Penas, 2013).

Consideramos que familiarizar a los alumnos con el proceso de retroalimentación científico (artículos)/tecnológico (patentes) los sitúa en una posición aventajada para asimilar la actual espiral de evolución, definida a veces como **ley de Moore generalizada: con el tiempo, cualquier tecnología que dispone de un mercado suficiente experimentará una mejora exponencial en su relación calidad/precio**.

El objetivo fundamental de este estudio es desarrollar un repertorio de ejercicios basados en problemas de final abierto (PD), relacionados con una actividad de VT en el ámbito de la Ingeniería Agroforestal, aplicado tanto a alumnos de grado como de Máster en Ingeniería, y esporádicamente a alumnos de secundaria. Todo ello partiendo de la siguiente premisa:

To educate human beings capable of creating a better world, is the problem of forming human beings that possess an open mind and a cheerful mood....The ability to set goals and direct the energies to it cannot develop under a rigid discipline or under absolute freedom (Bertand Russell).

3. DESCRIPCIÓN

A largo de los últimos siete años hemos realizado varias actividades (Figura 1) que favorecen el uso de la VT en un contexto de AA basado en PD: A) realización del esquema funcional de una bicicleta, B) Concurso de robótica aplicada a la agricultura -AGROTECH-, C) Ejemplos de Ingeniería Inversa, D) Elaboración de listas de preguntas de ensayo en Mecanización Agraria, E) Comunicaciones Tecnológicas en congresos de Estudiantes, F) Desarrollo de modelos conceptuales aplicados al diseño de maquinaria agrícola y G) Análisis de parejas artículo-patente empleando metodología CLIL.

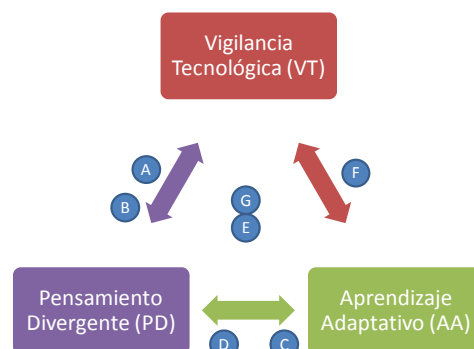


Figura 1. Clasificación de las actividades realizadas (A a G) en el contexto de este estudio.

A. Realización del esquema funcional de una bicicleta

Para hacer frente a esta actividad hemos solicitado a estudiantes de secundaria, e Ingeniería que dibujen una bicicleta desde un punto de vista mecánico (elementos fundamentales) y funcional (mecanismos principales). Se trata de una aproximación en la que se pretende poner de relieve el grado de asimilación de una tecnología de uso generalizado.

En total se han analizado 60 esquemas recopilados a lo largo de cuatro años: 48 de institutos y el resto de estudiantes universitarios (Figura 2).

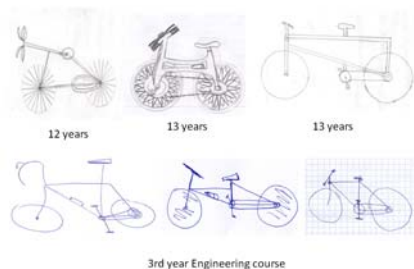


Figura 2. Comparación de bicicletas dibujadas por alumnos de secundaria y universitarios

B. Concurso de robótica aplicada a la agricultura (AGROTECH)

Esta actividad se diseñó en el contexto de un proyecto de innovación dedicado a la coordinación en materia de Ingeniería y contenidos matemáticos y físicos para un itinerario transversal en Mecatrónica, Control Automático y Tecnologías de la Información y la Comunicación (en los estudios de Ingeniería Agronómica en la Universidad Politécnica de Madrid. Una de las tareas principales consiste en la creación de una nueva materia, la Robótica en la Agricultura (equivalente a siete ECTS), que se utiliza como plataforma para poner a prueba las habilidades de los estudiantes para aplicar ciertos aspectos de los conocimientos acumulados a lo largo de los cuatro años anteriores de Ingeniería Agronómica.

Los estudiantes han de construir una variedad de mecanismos básicos en un vehículo autónomo capaz de realizar tareas agrícolas generales y específicas definidas por el usuario, como la cosecha selectiva, transporte, carga y descarga de producto. Para ello se les anima a emplear el PD en las propuestas, con la posibilidad de bucear en Internet para recopilar soluciones técnicas útiles en un ejercicio de VT.

El robot se programa usando lenguaje orientado a objetos (LEJOS, JAVA para LEGO) y tiene que cubrir una gama de comportamientos: la navegación, exploración y tareas agrícolas definidas previamente.

Como medio para poner a prueba las habilidades desarrolladas por los estudiantes y reforzar el carácter multidisciplinar, se lleva a cabo un concurso europeo: AGROTECH, co-organizado por BEST (Consejo de Estudiantes Europeos de Tecnología).

La actividad se lleva a cabo durante una semana y reconoce hasta dos ECTS de dedicación individual. 40 estudiantes de 16 países con conocimientos de partida muy dispares: Informática, Agronomía, Ingeniería, Física, o Telecomunicaciones y que

trabajan en grupos con materiales aportados por la organización.

La evaluación de los prototipos se realiza en exhibiciones públicas a lo largo de tres pruebas en días consecutivos. Las dos primeras evalúan los desarrollos parciales y la tercera el dispositivo final. Los ensayos están graduados según niveles de dificultad y los alumnos no están obligados a seguir un patrón de desarrollo, sino que adaptan su proceso de aprendizaje; tan sólo se les informa sobre los criterios de evaluación, así como sobre la idoneidad de partir de soluciones sub-óptimas escalables (recomendación ignorada en muchos casos).

La Tabla 1 muestra un ejemplo de tabla de evaluación correspondiente a la segunda edición del concurso, que se detallará más adelante.

Tabla 1. Evaluación correspondiente a la segunda edición -

| MODAY | Does it look like a vehicle? | THURSDAY | Does it Store the fertilizer? |
|---------|---|----------|---|
| | Does it move? | | How does the doser work (different dose available)? |
| | Does it fall into the cliffs? | | Does it include organization of work (feeding/walking)? |
| | Is it able to climb the mountain? | | Does it apply fertilizer to the plants? |
| | Does it follow the path with or without help? | | Can we see the difference on the floor? |
| | | | |
| TUESDAY | Does the robot listen or...? | FRIDAY | The final countdown |
| | Is it prepared to feel the watermelon language? | | number of sensors/motors |
| | Does it feel them? | | number of bricks |
| | Does it feel the difference? | | bluetooth(Y/N) |
| | Does it make a public count? | | program lines |
| | | | Walking (1st stage, 2nd stage, 3stage, not falling) |
| | | | Feeding (feel the watermelons, feed, and feed differentially) |

C. Ejemplos de Ingeniería Inversa

El concepto de *ingeniería inversa*, que está ganando visibilidad a nivel internacional, es bastante simple: desarmar un objeto para ver cómo funciona con el fin de duplicarlo o mejorarlo. De hecho, algunos estudios pedagógicos recientes indican que la imitación es una de las características más importantes de los seres humanos en comparación con otras especies de primates, y en ella puede basarse la capacidad de la raza humana para colonizar nuevos nichos y sobrevivir. Esta metodología es especialmente idónea para establecer un AA contando con diseños de complejidad creciente.

En este trabajo se presenta un caso basado en la deconstrucción de las clases de software Lejos en la aplicación de un módulo de energía renovable mediante el protocolo I2C para LEGO Mindstorm, que fue empleado a nivel de usuario en la tercera convocatoria de AGROTECH.

D. Elaboración de listas de preguntas de ensayo en Mecanización Agraria

Esta actividad consiste en solicitar a los alumnos que formulen una pregunta de respuesta abierta a través de la plataforma de aprendizaje, en relación con las prácticas de mecanización agrícolas (como se deriva de las lecciones prácticas, 6h) y la sostenibilidad. Las preguntas son evaluadas por cuatro profesores para establecer su calidad en una escala de 4 niveles (0-absurda/1-técnica pero con poco interés/2-elevada

calidad técnica y suficiente amplitud, y 3-calidad técnica excepcional de utilidad para una discusión abierta). El empleo de cuatro evaluadores es esencial para establecer la viabilidad de uso de esta metodología en otras asignaturas. La Tabla 2 ofrece algunos ejemplos de cuestiones planteadas por los alumnos.

Tabla 2. Ejemplo de cuestiones y valoración media.

| | |
|------------|---|
| 3.0 | La plaga de topillos que asoló los suelos de la comunidad castellano-leonesa provocó el aumento del uso de ciertos arados, ¿cuáles piensas que pueden ser y por qué? ¿Crees que esto ha tenido un efecto negativo sobre el empleo de maquinaria de siembra directa? |
| 2.5 | Las siguientes imágenes muestran aperos de labranza utilizados en distinta época en España  En tu opinión: ¿Cómo consideras la evolución de estos? ¿Existe alguna similitud? ¿Crees que vamos a mejorar? |
| 2.0 | Proponer medidas a tomar a la hora de labrar, para reducir la pérdida de la capa arable de un suelo localizado en una parcela con cierta pendiente. |
| 1.5 | ¿Qué pensarían los antiguos romanos, con su histórico arado, si les tocara hacer la Práctica 1 de Mecanización? |
| 1.0 | En los tiempos que corren, tenemos muchas variaciones en el precio del combustible, ¿es posible una alternativa en el uso de la maquinaria que beneficie al agricultor? |

Este ejercicio nos permite finalizar con un conjunto de preguntas graduadas que pueden usarse (después de su depuración y mejora) en procesos de AA.

Tabla 3. Preguntas evaluadas (N), valoración media (ABG), desviación típica (STD) y nota en base 10 para los 4 evaluadores (I1 a I4)

| | I1 | I2 | I3 | I4 |
|---------|-----|-----|-----|-----|
| N | 107 | 100 | 104 | 107 |
| AVG | 1.8 | 2.0 | 1.6 | 1.5 |
| STD | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 0.7 |
| BASE 10 | 5.9 | 6.5 | 5.4 | 5.1 |

E. Comunicaciones Tecnológicas en congresos de Estudiantes

La ETSIAAB-UPM (anteriormente ETSI Agrónomos) viene realizando desde hace -siete años una convocatoria de congreso de estudiantes, en el que alumnos de todos los cursos y grados pueden presentar trabajos de prácticas e investigación, proyectos o revisiones bibliográficas. Es un ejercicio interesante en la medida de que los alumnos pueden plantear temas abiertos y de debate, e incluso temas futuristas que tendrían difícil aceptación en contextos más formales.

Los trabajos se presentan en formato de presentación oral o póster, y son publicados como libro después de una revisión por parte de un comité científico. Son además evaluados por los asistentes, que conceden varios premios. Uno de ellos es otorgado por empresas patrocinadoras y otro por los alumnos.

Este ejercicio permite poner a prueba las habilidades sociales a la par que practicar AA (dificultad modulada según grupos), y en su transcurso los alumnos eligen problemas de final abierto (PD) basados en una revisión del estado del arte de la tecnología (VT)

F. Desarrollo de modelos conceptuales aplicados al diseño de maquinaria agrícola

El proceso de desarrollo de una máquina agrícola supone también un ejemplo representativo de PD, ya que la máquina en cuestión debe dar respuesta a la necesidad para la que se proyecta, construye y evalúa. Este proceso resulta más evidente cuando la máquina se modifica para cumplir una función no prevista inicialmente, lo que requiere diseñar nuevos elementos o adaptar una máquina ya existente al nuevo uso.

Al tratarse de una nueva aplicación, la máquina debe integrar características no disponibles hasta la fecha, y por lo tanto los ciclos de desarrollo se suceden a mayor velocidad, por lo que se trazan más fácilmente.

Los procesos de desarrollo de máquinas agrícolas, en los que existe una compleja red de interrelaciones entre los parámetros del cultivo, los elementos constructivos y los resultados obtenidos, se pueden esquematizar en forma de mapas conceptuales que permiten establecer gráficamente las relaciones mencionadas. Un ejemplo relativo a los ciclos de desarrollo de una máquina se propuso en la asignatura “Maquinaria Agrícola” en la que se revisaron dos artículos científicos que proponían un nuevo cabezal para la recolección de biomasa arbórea y mejoras sobre éste.

G. Análisis de parejas artículo-patente empleando metodología CLIL

Esta actividad se basa en el seminario titulado “Análisis de patentes: entender la mente del inventor” (‘Patent analysis: Understanding the inventor’s mind’), en lengua inglesa y con una duración de 7,5 horas cuyo objetivo central fue concienciar a los participantes de las destrezas exigidas por la vigilancia y patente tecnológicas.

La patente constituye un texto ideal para ejercitar la metodología AICLE (Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lengua Extranjera) en su modalidad de “modelo adjunto”. Con esta metodología contribuimos a internacionalizar nuestra universidad, alentamos la diversidad cultural en el aula, y cohesionamos enseñanzas por medio de la interdisciplinariedad.

La patente demanda una colaboración estrecha entre contenido y lingüística, interdependientes porque lo que en ella se transmite y la manera en que se comunica afectan la reivindicación de la propiedad intelectual y acarrearán serias consecuencias de índole legal y financiera.

Este ejercicio permite jugar con distintos niveles de complejidad adaptados al alumnado y anima a pensar más allá de lo evidente en un ejercicio interesante de PD.

4. RESULTADOS

En este apartado se resumen los resultados más destacables, incluyendo medidas del impacto -y su relación con los tres conceptos planteados inicialmente -s: VT, AA, y PD.

A. Realización del esquema funcional de una bicicleta

De los 60 diseños realizados, resultaron funcionales el 42% (20 de 48) de los diseños de los alumnos de instituto y el 100% de los alumnos de Ingeniería (12, Figura 2), si bien la pérdida

de diversidad es evidente. Entre los esquemas no funcionales (Figura 4) destacan los siguientes errores: conexión mecánica de ambas ruedas, relación de multiplicación en vez de reducción de cambio, y configuraciones imposibles (cruce de cadenas).

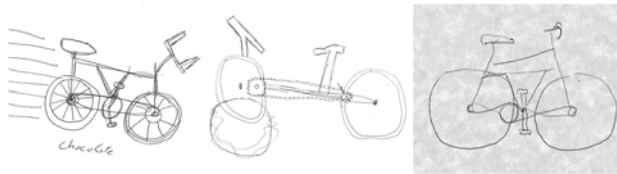


Figura 4. Ejemplos de errores en el esquema de una bicicleta.

La principal consecuencia que se extrae de este ejercicio es que los alumnos (especialmente los que dibujaron bicicletas no funcionales) tomaron finalmente la decisión de averiguar el funcionamiento de este objeto tecnológico cotidiano, en lo que podríamos llamar una iniciación al proceso de vigilancia tecnológica (VT).

B. Concurso de robótica aplicada a la agricultura (AGROTECH)

En la Tabla 4 se incluye la formulación del problema en las tres convocatorias de AGROTECH (75 alumnos), donde se aprecia el carácter abierto de la propuesta encaminada a favorecer respuestas divergentes.

Tabla 4. Formulación del problema en cada una de las tres convocatorias de AGROTECH.

| | |
|--|---|
| AGROTECH 1.0 Take the robot's challenge | Picture your robot , a fully autonomous, sensitive and sensible harvesting machine, working in a dwarf tree forest on a moon like surface (white). The season for jujube fruits (a ping-pong ball shape food) is just about to start, and thus this nice paradise fruit is whitening from orange (immature) to full white (mature). Look at the nice aromatic fruits in the top of the branches that need to be detached from the tree, loaded in a bin and transported along the forest... Would your robot be able to take the challenge? |
| AGROTECH 2.0 Reloaded | Picture yourself in the heart of our appealing Mediterranean horticulture, among these colourful watermelons . Look at these plants speaking to you... Feed me the darker you find my fruits! |
| AGROTECH 3.0 The energy harvester | Harvest at last! Harvest is the most anticipated and desired activity for farmers, but... What about if energy and not crops were the target? Are you prepared for an intense energy demanding world? Picture yourself as a lonely robot in search for renewable energy supplies ... and willing to react. |

La Figura 5 presenta un ejemplo de evaluación en el que se refleja la valoración de las soluciones en las pruebas preliminares respecto a la evaluación final. En ella es posible detectar los desarrollos que muestran problemas de robustez en la integración de los distintos módulos desarrollados (buena valoración en las pruebas y fallo en la final).

La experiencia en los tres casos (2009, 2010, 2011) ha sido un éxito que podemos resumir en esta valoración global por parte de uno de los asistentes:

"We can create with unknown foreign people something new, what never existed before, and I am doing it in a good mood. I can see that this event is important for the University and not just a game of a bunch of tourists."

C. Ejemplos de Ingeniería Inversa

La ingeniería inversa requiere acceso a información. En este sentido, la organización de LeJos dispone de un sitio Web donde encontrar: una documentación detallada de las *Application Programming Interface* (API) y un tutorial de

introducción. Una plataforma de software libre no dispone necesariamente de cursos reglados y rigurosos que permitan profundizar en los conceptos básicos. La comunidad de desarrolladores LeJos desde la Web, con su capacidad de inteligencia distribuida, cumple en parte este papel. Sin embargo, corremos el riesgo de incurrir en vicios o equívocos conceptuales. De ahí el interés de estudiar el contenido de forma rigurosa con los alumnos.

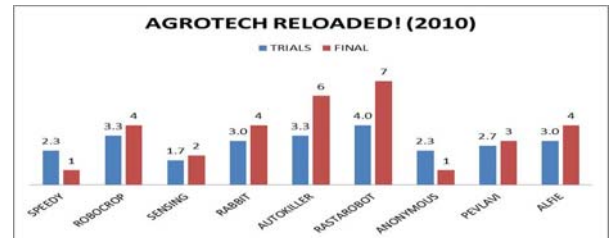


Figura 5. Valoración de las soluciones técnicas en las pruebas preliminares respecto a la evaluación final en AGROTECH 2.0.

Es importante que el alumno comprenda que el programa que desarrolla en el aula es un subproceso (hilo de ejecución, en adelante *thread*) de control en colaboración otros "thread s" que atienden por ejemplo al funcionamiento de cada uno de los motores. Sólo se ha podido hacer una justificación rigurosa revisando en detalle el código de la clase Motor (clase Java de LeJos que realiza una abstracción del funcionamiento de un motor). Las descargas del SDK incluyen el código abierto de cada una de las clases Java, por lo que ni siquiera es necesario acudir a un programa que convierta clases binarias Java en clases fuente y no existe ninguna restricción para que se que realice una ingeniería inversa.

El concurso internacional AgroTech de robótica de 2011 (25 alumnos) estuvo basado en el uso de un sensor de medición de energía de Lego (LegoEMSensor). Desafortunadamente, sólo se disponía de un controlador de dispositivo (*driver*) para la plataforma ROBOC (lenguaje de programación basado en fuentes de texto alternativo a LeJos con sintaxis C). La solución era construir una clase Java específica para LeJos que permitiese el control. Hasta ese momento no habíamos realizado ningún desarrollo directo sobre puertos I2C (acrónimo de *Inter-Integrated Circuit*, diseñado en 1992 por Philips), por lo que estudiamos la clase desarrollada en ROBOC para este sensor junto a una clase desarrollada en LeJos para otro sensor I2C. Todo ello nos facilitó el desarrollo de una clase que dio soporte al uso de este sensor, en un claro proceso de ingeniería inversa. Este proceso se explicó en la asignatura Robótica Aplicada (12 alumnos)

D. Elaboración de listas de preguntas de ensayo en Mecanización Agraria

La Figura 6 muestra la línea de regresión entre cada evaluador y el evaluador medio (107 alumnos). Los coeficientes de determinación se sitúan todos por encima de 50%. Las ecuaciones de regresión indican que había dos grupos de evaluadores: uno con mayor pendiente (más sensibles a las diferencias y asumiendo mayor riesgo), y otro con pendiente menor (menos sensible a las diferencias, la evaluación es más conservadora).

